

OpenCourseWare

TEORÍA DE MÁQUINAS

CRISTINA CASTEJÓN SISAMÓN

EDUARDO CORRAL ABAD

RAUL GISMEROS MORENO

MARIA JESUS GÓMEZ GARCÍA

JESUS MENESES ALONSO

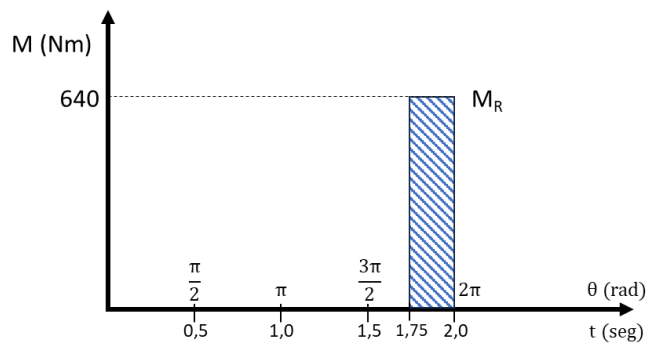
HIGINIO RUBIO ALONSO

ABRAHAM VADILLO MORILLAS

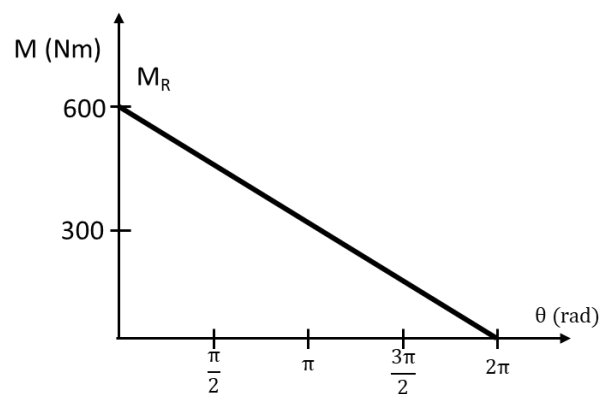
Ejercicios de volantes de inercia



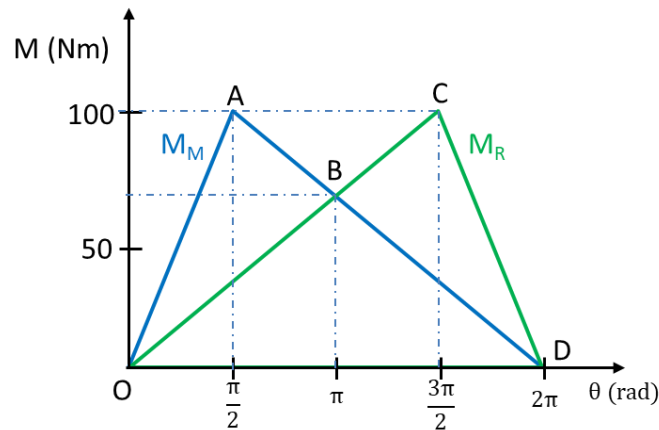
1. El diagrama de la figura representa el par resistente M_R a lo largo de un ciclo de punzonadora, cuya marcha no necesita una regularidad especial. Determinar:
 - a. El par motor constante necesario y la potencia del motor
 - b. El momento de inercia del volante
 - c. El diámetro del volante macizo, para un espesor del mismo $e = 10$ cm (considerar que la densidad del acero es $\rho = 7800 \text{ Kg/m}^3$)



2. El diagrama de la figura representa el par resistente M_R de una máquina rotativa a lo largo de un ciclo. Determinar los siguientes parámetros de un volante de inercia para que el grado de irregularidad de la máquina sea menor de 0,02, si el par motor puede considerarse a una velocidad de régimen de 1500 rpm:
 - a. El par motor constante necesario y la potencia del motor
 - b. El momento de inercia del volante
 - c. El diámetro del volante macizo para un espesor de 90 mm (considerar que la densidad del acero es $\rho = 7800 \text{ Kg/m}^3$)
 - d. Determinar el valor de la aceleración de la salida de la máquina en cada intervalo de funcionamiento



- El volante de inercia de una aserradora industrial (con valor $I_v = 18 \text{ Kg.m}^2$) gira a una velocidad que oscila entre 1584 rpm, y 1616 rpm. Calcular el trabajo desarrollado en el intervalo entre la velocidad máxima y la velocidad mínima.
- En la figura se muestra el par resistente y el par motor de una máquina, que opera con una velocidad de régimen $\omega_m = 600 \text{ rpm}$ y a una velocidad máxima $\omega_{\max} = 612 \text{ rpm}$. Calcular el diámetro exterior del volante, si este es macizo y de espesor igual a 2,54 cm. (considerar que la densidad del acero es $\rho = 7800 \text{ Kg/m}^3$)

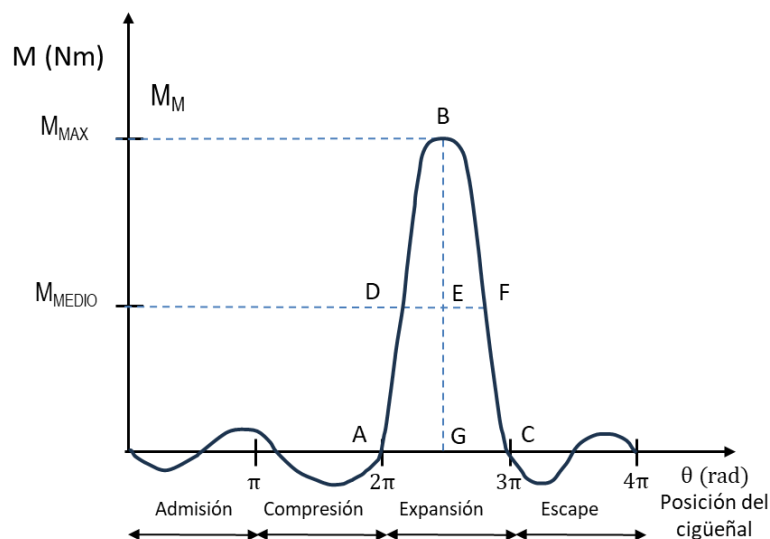


- Un motor de combustión interna de cuatro tiempos entrega una potencia de 1,8 kW a 480 rpm. Se desea diseñar un volante de inercia de llanta, de 8cm de espesor, fabricado en fundición gris ($\rho = 7220 \text{ kg/m}^3$) sabiendo que:

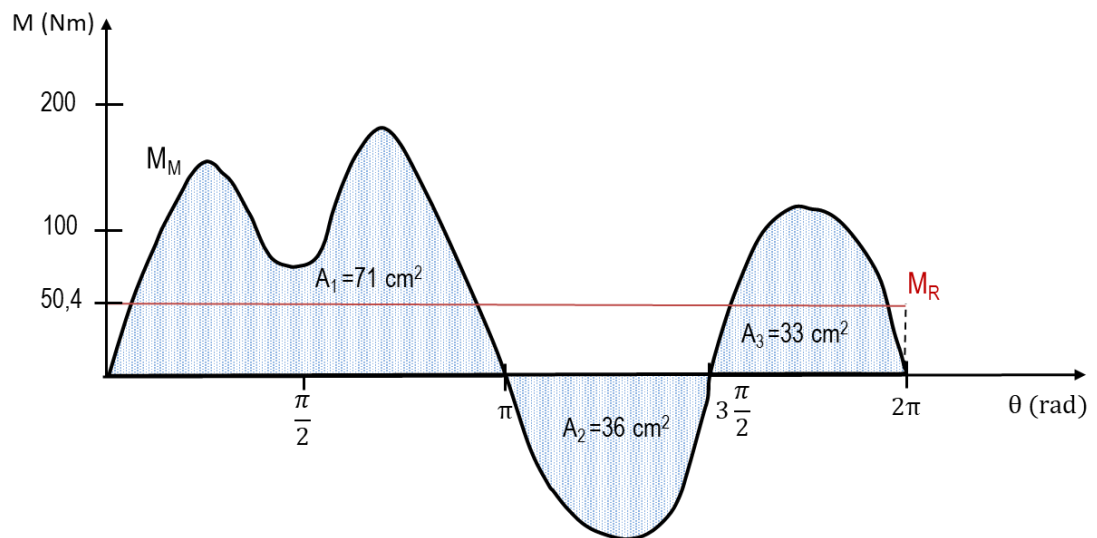
- El volante debe limitar las fluctuaciones de velocidad a un 2 % de la velocidad media.
- Durante el ciclo, el trabajo máximo es un 33 % mayor que el trabajo medio.

En la figura (sin escala) se presenta la curva de par motor correspondiente y suponemos que:

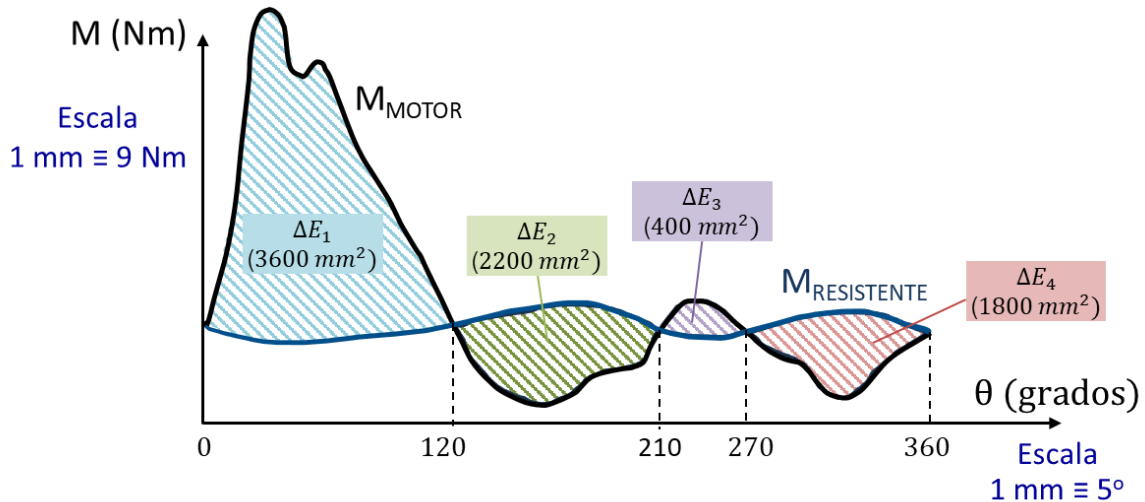
- El área ADBFCA es $\frac{3}{5}$ del área de un rectángulo de base AC y altura GB.
- El área ADFCA es $\frac{8}{9}$ del área de un rectángulo de base AC y altura GE.



6. Una punzonadora industrial opera a 30 ciclos por minuto (rpm). Cada ciclo de punzonado requiere un trabajo de 2000 J (debido a la fuerza que opone el metal por el espesor del mismo). La fase de corte (el punzonado en sí) dura $\frac{1}{3}$ de segundo. Compare la potencia media que debe suministrar el motor en los siguientes dos escenarios:
- Sin volante de inercia: El motor debe suministrar los 2000 J únicamente durante el $\frac{1}{3}$ s que dura la operación de corte.
 - Con volante de inercia: El motor suministra los 2000 J de forma constante a lo largo de todo el ciclo (el tiempo entre un punzonado y el siguiente).
7. La figura representa el diagrama del par motor y el par resistente de un motor de combustión interna que gira a 3000 rpm. El motor ya posee un momento de inercia propio (momento de inercia reducido de la máquina, $I_R = 1,498 \cdot 10^{-2} \text{ Kg} \cdot \text{m}^2$) y se solicita añadir un volante de inercia (I_v) para suavizar su movimiento reduciendo el grado de irregularidad a un valor tal que no permita variaciones mayores de 50 rpm girando a dicho régimen. Además, por limitaciones de espacio, el radio del volante no debe ser mayor de 11 cm. Se pide: calcular el espesor del volante de inercia (suponiendo disco sólido y fabricado de acero con densidad $\rho = 7890 \text{ Kg/m}^3$).



8. El diagrama de la figura representa el par resistente y par motor a lo largo de un ciclo de máquina rotativa y se corresponde con un giro completo del árbol de la misma, que gira a 600 rpm. Calcular la masa de un volante de inercia de llanta para un diámetro de 80 cm y un grado de irregularidad de 0,03.

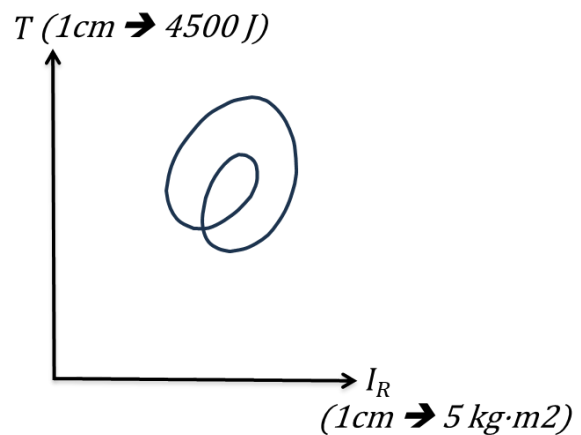


9. Una máquina de hilar presenta el diagrama energético (Variación de la energía cinética respecto al momento de inercia) de la figura para un ciclo completo de la máquina.

Sabiendo que:

- La velocidad media deseada es $\omega_m = 240$ rpm
- El grado de irregularidad requerido es $\delta = 0,03$

Determinar el momento de inercia exacto que debe tener el volante de la máquina para asegurar que no se supere el grado de irregularidad especificado.



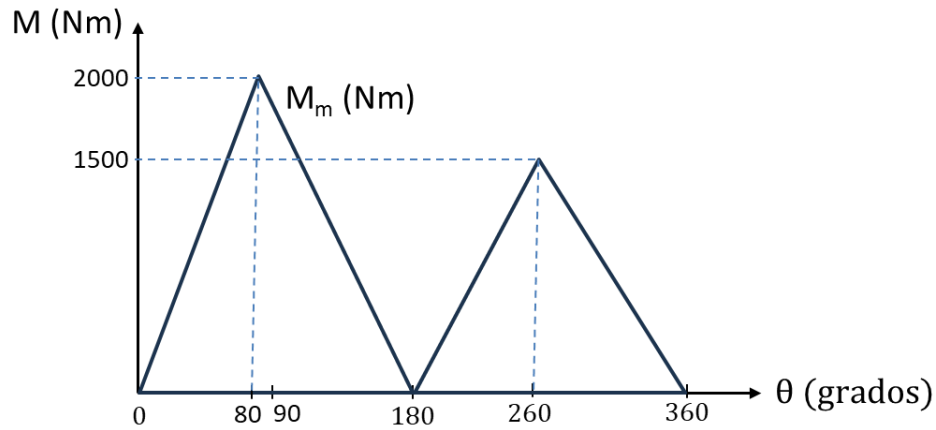
10. Se dispone de una máquina de vapor con pistón de doble efecto cuyo diagrama de par motor, en función del ángulo de manivela, se puede aproximar mediante dos triángulos consecutivos:

- Carrera de avance: El par varía desde 0° hasta 180°, alcanzando un valor máximo de **2000 N·m** cuando la manivela se encuentra a 80° respecto al Punto Muerto Interior (PMI).
- Carrera de retorno: El par varía desde 180° hasta 360°, alcanzando un valor máximo de **1500 N·m** cuando la manivela se encuentra a 80° respecto al Punto Muerto Exterior (PME).

Sabiendo que el motor gira a una velocidad media de **100 r.p.m.** y que el volante de inercia sólido tiene un radio de giro de **1,75 m**, determine:

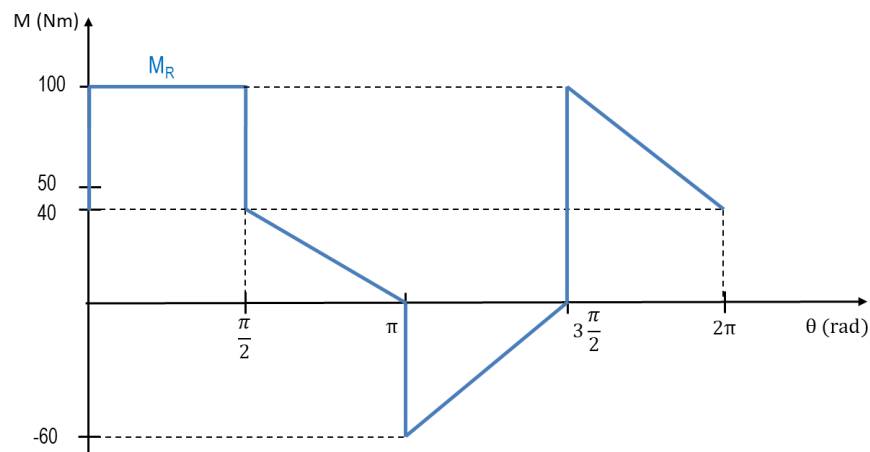
- El par resistente constante que vence la máquina

- b. El grado de irregularidad que debe tener la máquina para garantizar que la velocidad esté dentro de un rango de $\pm 0.75\%$ respecto a la velocidad media.
- c. La masa del volante de inercia necesario en la máquina para garantizar dicho grado de irregularidad.



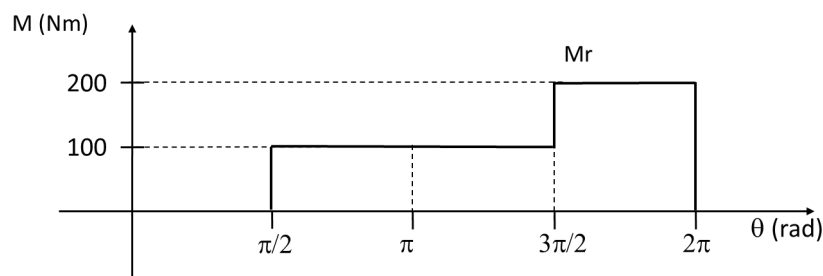
11. Se dispone del diagrama de par resistente (M_R) en función del ángulo de giro (θ), que representa la variación de la carga durante un ciclo completo de una máquina rotativa. Para la resolución del ejercicio se considerará el par motor (M_M) y que la máquina opera a una velocidad de régimen media (ω_m) de 300 r.p.m.. Determinar los siguientes parámetros de la máquina y del volante de inercia que garantice que el grado de irregularidad de la máquina sea menor de 0,04:

- a. El par motor necesario.
- b. La potencia del motor, para un rendimiento del 90%.
- c. El momento de inercia del volante.
- d. El diámetro y la masa del volante macizo, para un ancho $b = 80$ mm (densidad del acero $\rho = 7800$ Kg/m³).
- e. El diámetro y la masa del volante de llanta, para un ancho de $b = 80$ mm y espesor de llanta $t = 40$ mm.
- f. La aceleración angular del volante en el ciclo.



12. Un mecanismo opera en régimen permanente y tiene una velocidad de rotación media (ω_m) de 76,4 r.p.m. En la figura se muestra el diagrama del par resistente (M_r), y el par motor (M_m) que tiene un valor constante. El mecanismo ya posee una inercia reducida constante (I_R) equivalente a 50 Kg m^2 . Se pide calcular ($g = 10 \text{ m/s}^2$):

- El valor de M_m y la potencia media necesaria del motor.
- Especificar el valor del volante de inercia que se debe añadir para lograr un grado de irregularidad de $\delta = 0.02$.
- Calcular los valores mínimo y máximo de la velocidad angular (con el volante de inercia).
- Calcular el diámetro del volante de inercia, si se utiliza un volante macizo de acero con un espesor de 8 cm. (La densidad del acero es de 7800 kg/m^3 .)



13. Un motor de 47,12 kW de potencia media útil mueve una máquina rotativa que, a lo largo de un ciclo, requiere un par (par resistente, M_R) como el que se representa en el diagrama simplificado de la figura.

- Calcular el valor del par motor (M_m) constante que desarrolla la máquina y la velocidad media de ésta.

Para regular la máquina y conseguir un grado de irregularidad del sistema de un 2% de la velocidad media, se quiere implementar un volante de inercia macizo.

Se pide:

- Calcular el valor del volante de inercia requerido.
- Si el volante de inercia posee un diámetro de $D = 500 \text{ mm}$ y se realiza en fundición gris (densidad $\rho = 7250 \text{ kg/m}^3$), calcular el espesor del mismo.

